




**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

**ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ**

Утверждаю:  
и.о. декана факультета почвоведения МГУ

  
«  »            2020 г. П.В. Красильников

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА  
(магистратура)**

Направление подготовки: **05.04.06 ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

Профили подготовки:

**УПРАВЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ И БИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**РАДИОЭКОЛОГИЯ**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ И ЭКОБЕЗОПАСНОСТЬ**

Заместитель декана по учебно-методической работе  А.А. Рахлеева

Заместитель декана по учебной работе  В.М. Гончаров

Москва  
2020 г.

## ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Терминология, история развития оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) в мире. Нормативно-правовая база проведения ОВОС в Российской Федерации. Теоретические основы: цели, задачи, основные принципы ОВОС. Объекты и субъекты ОВОС. Методология ОВОС. Процедура оценки воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду. Этапы и их содержание. Понятие о Национальной процедуре ОВОС. Роль и участие общественности в процедуре ОВОС. Базовые законодательные требования к содержанию материалов ОВОС, предъявляемых на экологическую экспертизу. Предварительные и окончательные Материалы по оценке воздействия (МОВ) как современный инструмент процедуры ОВОС. Основные разделы материалов ОВОС на примере конкретных реализованных объектов хозяйственной деятельности. Методы и подходы, применяемые в системах

ОВОС. Метод списка (контрольные списки). Матричный анализ. Простые и сложные матрицы, матрица Леопольда. Балльные оценки, ранжирование показателей. Метод сетей Соренса. Совмещенный анализ карт (метод наложения). Метод Бателле. Моделирование для прогнозирования воздействий. Виды моделей. Оценка воздействий: качественные и количественные подходы и критерии. Анализ и прогноз воздействий. Воздействие различных видов хозяйственной деятельности на окружающую среду и его оценка. Воздействия на отдельные компоненты окружающей среды: атмосферу, гидросферу, литосферу, почвенный покров. Подход, критерии и схемы оценки воздействия на социально-экономическую среду. Содержание ОВОС для атмосферы, гидросферы, литосферы, почвенного покрова.

### Литература основная

1. Букс И.И., Фомин С.А. Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду. Москва. Издательство МНЭПУ. 1999
2. Матвеев А.Н., Самусенок В.П., Юрьев А.Л. Оценка воздействия на окружающую среду. Иркутск. Изд-во ИрГУ. 2007

### Литература дополнительная

3. Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в РФ. Москва. 2000

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Экологическая экспертиза, как базовая система в области управления качеством окружающей среды и поддержания устойчивого развития естественных природных систем. Принципы экологической экспертизы. Законодательство Российской Федерации в области экологической экспертизы. Требования к проектным материалам при проведении государственной экологической экспертизы. Определение, цели и задачи экологического нормирования, экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). Взаимосвязь нормативов качества окружающей среды и допустимого воздействия на неё. Устойчивость окружающей среды к антропогенному воздействию и вопросы экологического нормирования.

### 1. Основная литература:

2. «Экологическое нормирование и управление качеством почв и земель». монография под ред. С.А Шобы, А.С. Яковлева, Н.Г. Рыбальского, 2013, 309 с.
3. Закон РФ «Об экологической экспертизе»
4. **Дополнительная:**

5. «Охрана почв и земель». монография под ред. А.С. Яковлева, О.А. Макарова, Н.Г. Рыбальского, 2015, 555с.

## **КАРТОГРАФИЯ**

Понятие математической основы географических карт. Геодезическая основа. Виды земных эллипсоидов. Сущность географических проекций; картографические сетки. Понятие эллипса искажений, его основные элементы. Виды картографических искажений, сущность каждого из них и их распределение в пределах карты, линии и точки нулевых искажений, понятие главного и частного масштабов. Классификации картографических проекций: по характеру искажений, по виду нормальной сетки меридианов и параллелей, по положению точки проецирования. Факторы, определяющие выбор картографической проекции. Особенности проекций, применяющихся для мелкомасштабных карт мира и России. Проекции, используемые для создания средне- и крупномасштабных карт.

Классификация экологических карт по степени обобщения информации: аналитические, комплексные, синтетические карты, карты динамики, карты корреляции и взаимосвязи явлений. Функциональные типы карт: инвентаризационные, оценочные, индикационные, прогнозные, рекомендательные. Тематические группы экологических карт: оценки природных условий и ресурсов для жизнедеятельности населения, экологически неблагоприятных и опасных природных процессов и явлений, карты устойчивости природной среды к антропогенным воздействиям, карты антропогенных воздействий, карты экологического риска, эколого-геохимические, эколого-геологические и эколого-геоморфологические карты, медико-географические карты, карты охраны природы, комплексные экологические карты.

### **Литература**

1. Берлянт А.М. Картография. М.: Изд-во КДУ. – 2014. – 448 С. ISBN 978-5-98227-957-6
2. Кочуров Б.И., Шишкина Д.Ю., Антипова А.В., Костовска С.К. Геоэкологическое картографирование. М.: Academia M. 2012. – 224 С. ISBN 978-5-7695-8510-4

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ**

Предмет, метод и задачи экологического менеджмента, правовая основа его проведения, стандарты и нормативные документы, экологические заявления и декларации, источники экологической и технологической информации; группировка и сводка материалов статистических и контрольных наблюдений; экологический аудит, экологический менеджмент в системе природоохранного законодательства, экономические преимущества современных систем управления состоянием окружающей среды.

### **Основная литература:**

1. Масленникова И. С., Кузнецов Л. М., Пшенин В.Н. Экологический менеджмент: учебное пособие. - СПб.: СПб ГИЭУ, 2005.-200 с.

### **Дополнительная**

2. Саркисов О.Р., Любарский Е.П., Казанцев С.Я. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2014.- 231 с.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭКОЛОГИИ

Основные характеристики математических моделей (реалистичность, точность, общность, модульность, способность к качественному и количественному развитию). Классификации математических моделей. Характеристики, достоинства, недостатки и область применения различных типов моделей в экологии. Процедура моделирования (основные этапы построения и исследования моделей сложных динамических систем). Модели динамики популяций. Закон Мальтуса. Модель Ферхюльста. Модели взаимодействия двух видов. Имитационные модели агроэкосистем и лесных экосистем. Модели динамики углерода в наземных экосистемах. Модели глобального развития Форрестера, Медоуза, Месаровича–Пестеля. Моделирование климата. Сценарии динамики антропогенных выбросов парниковых газов.

### Основная литература:

Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Часть 1. //Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002 - 232 с.

### Дополнительная

Фёдоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология// М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1980, -464 с.

Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы.

Примеры.//М.: Физматлит, 2001. 2-е издание. - 320с.

Мятлев В.Д., Панченко Л.А., Ризниченко Г.Ю., Терехин А.Т. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. Москва: Академия, 2009.

Светлосанов В.А. Основы методологии моделирования природных систем. Москва, 2007.

Чертов О.Г., Комаров А.С., Надпорожская М.А. и др. Динамическое моделирование процессов трансформации органического вещества почв. Имитационная модель ROMUL: Учебно-метод. пособие. СПб, 2007.

МГЭИК. Сценарии выбросов. Специальный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата. ВМО-ЮНЕП, 2007.

## АГРОЭКОЛОГИЯ

**Экологические проблемы применения удобрений.** Минеральные и органические удобрения – классификация и основные свойства. Возможное негативное влияние удобрений на плодородие, свойства почв и окружающую среду. Влияние известкования на подвижность макро- и микроэлементов.

**Возможное негативное действие агрохимических средств на природные воды, пути его предотвращения.** Понятие эвтрофирования. Роль фосфора, азота и других биогенных элементов и веществ в эвтрофировании водоемов. Источники их поступления в водные объекты. ПДК элементов в воде. Основные пути предотвращения эвтрофирования природных вод.

**Экологические проблемы применения средств защиты растений.** Химические средства защиты растений, их классификация. Аккумуляция в организмах. Биологизация защиты растений. Комплексная борьба с вредителями (КБВ).

**Ресурсы биосферы и проблемы продовольствия.** Острота продовольственной проблемы в связи с ростом населения планеты, ресурсы биосферы (земельные, водные, лесные), проблемы питания людей (причины нехватки продовольствия, продовольственная безопасность). Пути решения. «Зеленые революции».

**Агроэкосистема- как структурная единица биосферы.** Естественные и аграрные экосистемы – сходство и различия. Типы, структура, функции агроэкосистем. Круговорот веществ и потоки энергии в агроэкосистемах. Роль удобрений в улучшении круговорота и баланса питательных веществ в земледелии, улучшении химического состава почв и качества продукции.

**Функциональная роль почвы в агроэкосистеме.** Экологические основы сохранения и воспроизводства плодородия почв. Оценка гумусного состояния почв в России. Влияние минеральных и органических удобрений на гумусное состояние почв. Оптимизация использования органических удобрений - основа повышения гумусированности почв, охраны и улучшения состояния окружающей среды.

**Функционирование агроэкосистем в условиях техногенеза.** Загрязнение почв тяжелыми металлами. Содержание тяжелых металлов в удобрениях и известковых материалах. Особенности применения осадков сточных почв. Условия, влияющие на подвижность тяжелых металлов в почве. ПДК. Пути снижения подвижности тяжелых металлов и радионуклидов в почве.

**Производство экологически безопасной продукции.** Возможное негативное влияние удобрений на качество продукции. Содержание нитратов в продукции и условия, способствующие их накоплению. Способы снижения содержания нитратов в растениях. ПДК. Влияние агрохимических средств на поступление тяжелых металлов и радионуклидов в растения. ПДК в продукции. Устойчивость растений к тяжелым металлам. Пути снижения накопления тяжелых металлов и радионуклидов растениями. Роль минеральных и органических удобрений.

**Оптимизация агроландшафтов.** Основные принципы организации агроландшафта, их устойчивость и изменчивость (Принципы адекватности, совместимости, соответствия фитоценозов местообитанию, приоритета фитомелиорации, пространственного и видового разнообразия, оптимизации структуры и соотношения земельных угодий). Методологические основы экологической оценки агроландшафта.

## Литература

Черников В.А., Алексахин Р.М., Голубев А.В. и др. Агроэкология. Москва. Колос, 2000г.  
Минеев В.Г. Экологические проблемы агрохимии. Москва, Изд-во МГУ, 1988г.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ

Цель, задачи, теоретическая база, терминология и методология экологической токсикологии, связь с другими науками об окружающей среде. Формы проявления действия экотоксикантов на уровне организма, популяции и сообщества. Прямое, косвенное и смешанное действие ксенобиотического профиля среды; понятие об экотоксическом действии, процессе и эффекте; острой и хронической экотоксичности. Основные виды химических загрязняющих веществ – потенциальных экотоксикантов: химическая природа, состав, строение, токсическое действие. Масштабы географического распространения, источники, пути и формы поступления экотоксикантов в окружающую среду. Химические превращения экотоксикантов: детоксикация и активация, полная и частичная деструкция, абиотические и биотические процессы. Участие экотоксикантов в физических процессах. Факторы влияния и экологические последствия трансформации экотоксикантов. Роль хронической интоксикации, иммунотоксичности и специальных форм токсического действия на организм в формировании экотоксических эффектов. Специфика зависимости “доза-эффект” для биологических систем надорганизменного уровня: мера токсического действия (токсической нагрузки) и мера токсического эффекта. Методы оценки состояния популяции при действии экотоксикантов: использование популяционных показателей и биологических (морфологических, физиологических, биохимических и др.) маркеров. Анализ зависимостей «доза-эффект» для параметров экосистемного уровня: изменение структуры и функций сообществ, динамика биологического разнообразия при экотоксическом действии (на примере лесных экосистем в зоне влияния промышленных предприятий). Общие закономерности в реакции экосистемы на

действие экотоксикантов: характерные черты «фонового», «импактного» и «переходного» состояния. Основные стадии деградации экосистемы при увеличении токсической нагрузки. Роль почвы в процессе трансформации экосистемы. Особенности функционирования почвенного микробного сообщества при химическом загрязнении: негативные изменения структуры и нарушение функций; последствия для других видов организмов. Этапы трансформации микробного сообщества при увеличении токсической нагрузки.

#### **Литература основная**

Экологическая токсикология: Учеб. пособие. Под общ. ред. В. С. Безеля. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. 2001. 135 с. ISBN 5-7996-0105-4.

Куценко С.А. Основы токсикологии. М.: Фолиант, 2004. 720 с. ISBN: 5939290922; ISBN-13(EAN): 9785939290920.

#### **Литература дополнительная**

Деградация и охрана почв/ Под общ. ред. Г.В. Добровольского. М.: Изд-во МГУ, 2002. 654 с. ISBN 5-211-04760-5.

Безель В.С., Большаков В.Н., Воробейчик Е.Л. Популяционная экотоксикология. М.: Наука, 1994. 80 с. ISBN 5-02-004392-3.

### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЯ**

Иметь представление об основных понятиях, принципах и методах проведения эколого-эпидемиологических исследований; методологические основы экологической эпидемиологии. Актуальные проблемы медико-экологической безопасности. Научно-обоснованные подходы к комплексному, многоуровневому, междисциплинарному изучению системы "окружающая среда - здоровье человека". Особо опасные инфекции. Планирование и проведение эколого-эпидемиологических исследований на примерах анализа конкретных экотоксикологических ситуаций. Экологические заболевания. Методы оценки воздействия загрязнения окружающей среды на здоровье населения. Основные химические вещества, влияющие на здоровье человека.

#### **Основная литература**

Ревич Б.А. Экологическая эпидемиология. М., 2004

#### **Дополнительная литература**

Основы экологической эпидемиологии /Экология человека. Учебное пособие. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001.- Глава 6.- С. 116 - 158.

## ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ ПО ПРОФИЛЯМ

### УПРАВЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ И БИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Роль микроорганизмов в глобальных биосферных процессах.** Понятие биосферы. Глобальные биосферные процессы. Современные изменения природной среды и климата.

Биологический цикл углерода. Разнообразие микроорганизмов цикла углерода, осуществляемые ими процессы и продукты реакций. Дыхание почвы,  $\text{CO}_2$  как конечный продукт микробной деструкции природных полимеров. Условия протекания процессов микробного окисления органического вещества в почвах и океанах. Пути трансформации органического вещества в анаэробных условиях. Образование метана. Метаногены – эндосимбионты простейших и млекопитающих. Микробное окисление метана. Сопряжение процессов окисления метана и аммония в наземных экосистемах.

Биологический цикл азота. Азотфиксация, таксономическое разнообразие азотфиксаторов. Автотрофные нитрифицирующие бактерии. Осуществляемые реакции, конечные и промежуточные продукты нитрификации. Образование азотсодержащих парниковых газов в процессе нитрификации. Нитрифицирующие археи. Окисление аммония в анаэробных условиях. Гетеротрофная нитрификация в почвах. Денитрификация. Восстанавливаемые и окисляемые субстраты. Микробное образование и поглощение азотсодержащих парниковых газов в наземных и морских экосистемах.

Специфика микробной трансформации углерода и азота в почвенных агрегатах. Формирование анаэробных зон внутри почвенных агрегатов. Влияние размера почвенных агрегатов на образование  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  и величину эмиссии парниковых газов из почв.

Образование и поглощение водорода. Соотношение биотической и литогенной составляющей продукции водорода. Роль молекулярного водорода в регуляции активности микробных процессов в почвах. Особенности трансформации углерода и азота в осушенных торфяниках и торфяных почвах России. Биосферная функция торфяников. Образование и поглощение парниковых газов на территории РФ.

**Геоэкология микроорганизмов.** История развития учения о геохимической деятельности микроорганизмов (Л.Пастер, С.Н.Виноградский, В.Н.Вернадский, С.И.Кузнецов). Современные представления о возникновении и эволюции микробной жизни на Земле, о роли микроорганизмов в формировании атмосферы Земли.

Основные сведения по физиологии и биохимии микроорганизмов – брожение, дыхание, фотосинтез и хемосинтез. Миксотрофия. Ко-метаболизм, синтрофия.

Специфика глобальных круговоротов основных химических элементов и роль микроорганизмов в их трансформации. Геохимические функции и значимости различных экофизиологических групп прокариот и эукариот в зоне гипергенеза. Биологическое фракционирование стабильных изотопов С, О, S, N. Микробиологическое окисление и восстановление железа (Fe), марганца (Mn), меди (Cu), молибдена (Mo), хрома (Cr), селена (Se), мышьяка (As), сурьмы (Sb), ртути (Hg), урана (U). Значение этих процессов для «самоочищения» экосистем.

Трансформация нефти в почвах, роль микроорганизмов. Биоиндикация и биотестирование углеводородного загрязнения почв. Современные биоготехнологии с использованием микроорганизмов.

Микробиология стратифицированных водоемов: очередность использования неорганических акцепторов электронов в водоемах.

Особенности геохимической деятельности микроорганизмов на современном этапе как причины локальных, региональных и глобальных экологических проблем.

**Метаболическая активность почвенных экосистем.** Синтез и микробная трансформация биополимеров в природе. Закономерности распространения гидролитических комплексов в наземных экосистемах различных биоклиматических зон. Воздействие экологических факторов на структуру и функциональную деятельность почвенных гидролитических микробных комплексов. Филогенетическое разнообразие гидролитических прокариотных комплексов в пространственно-сукцессионном ряду наземных экосистем. Разложение биополимеров почвенными гидролитическими микробными комплексами.

Молекулярно-генетическая детекция продуцентов хитиназ в почвенных системах. Молекулярно-биологический анализ компонентного состава гидролитических бактериальных комплексов почв.

**Оценка почв и земель.** Оценка природных ресурсов, почв и земель. Основные понятия и определения. Виды оценки земель. Плата за землю. Виды платы. Роль земельных платежей в системе земельно-оценочной деятельности в России.

**Правовые основы охраны почв и земель.** Объекты охраны в природоохранительном и земельном законодательстве. Определения «земли», «почвы», «природные ландшафты» в качестве объектов охраны, понятия природоохранного нормирования качества окружающей природной среды, экологического контроля, экологической экспертизы, экологического правонарушения. Основные отличия природно-ресурсного и природоохранительного законодательства. Порядок подготовки проектов нормативных правовых актов Российской Федерации и ведомственных нормативных актов федеральными органами исполнительной власти.

**Земельный кадастр и землеустройство.** Предмет и задачи бонитировки почв. Почвенно-экологическая оценка и бонитировка почв. Почвенно-экологический индекс (ПЭИ), его почвенные, агрохимические и климатические составляющие. Основные направления бонитировочных исследований на современном этапе в России. Принципы и методы. Особенности подходов к построению региональных бонитировочных шкал. Бонитировка почв в системе почвенно-экологического районирования. Государственный кадастровый учет земельных участков. Определение кадастровой стоимости земельного участка.

### **Основная литература:**

Заварзин, Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии / Г.А. Заварзин. – М.: Наука, 2003. – 348 с.

Заварзин, Г.А. Введение в природоведческую микробиологию / Г.А. Заварзин, Н.Н. Колотилова. – М.: Издательский дом Университет. – 2001. – 255 с.

Звягинцев, Д.Г. Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – М.: Издательство Московского университета, 1987. – 256 с.

Кондратьева, Е.Н. Автотрофные прокариоты / Е.Н. Кондратьева. – М.: Издательство Московского университета, 1996. – 302 с.

Манучарова, Н.А. Гидролитические прокариотные комплексы наземных экосистем / Н.А. Манучарова. – М.: Университетская книга, 2014. – 272 с.

Степанов, А.Л. Микробная трансформация парниковых газов в почвах / А.Л. Степанов. – М.: ГЕОС, 2011. – 295 с.

Умаров, М.М. Микробная трансформация азота в почвах / М.М. Умаров, А.В. Кураков, А.Л. Степанов. – М.: ГЕОС, 2007. – 135 с.

Макаров О.А. Почему нужно оценивать почву? (состояние/качество почвы: оценка, нормирование, управление, сертификация). М.: Изд-во МГУ, 2003. 259 с.

Макаров О.А., Каманина И.З. Экономическая оценка и сертификация почв и земель. Учебное пособие для вузов М.: МАКС Пресс, 2008. 240 с.



Управление качеством городских почв: Методическое пособие / Под общ. ред. С.А. Шобы и А.С. Яковлева. – М.: МАКС Пресс, 2010. – 96 с.

Экологическое нормирование и управление качеством почв и земель / под общ. ред. С.А. Шобы, А.С. Яковлева, Н.Г. Рыбальского. – М.: НИИ-Природа, 2013. – 373 с.

Востокова Л.Б., Булгаков Д.С., Орешникова Н.В., Яковлев А.С. Бонитировка почв в системе земельного кадастра. – М.: МАКС Пресс, 2010. – 300 с.

#### **Дополнительная литература:**

Манучарова Н.А. Молекулярно-биологические методы в почвоведении и экологии. Учебное пособие. М.: "Университетская книга". 2014. 68с. ISBN 978-5-91304-341-2.

Кондратьева Е.Н. Автотрофные прокариоты. М. Изд-во МГУ. 2003.

Современная микробиология: Прокариоты / Под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. М.: Мир, 2005.

Сингер, М. Гены и геномы / М. Сингер, П. Берг. М.: Мир, 1998

Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. М.: Мир, 2002.

## **РАДИОЭКОЛОГИЯ**

**Биогеохимические циклы радионуклидов.** Теоретический фундамент учения о биологическом круговороте веществ и биогеохимических циклах элементов. Основные концепции и подходы к классификации биологического круговорота органического вещества и химических элементов. Основные типы биологического круговорота веществ: лесной, луговой, степной. Особенности биологического круговорота веществ в агроценозах (зерновых и пропашных культур). Особенности формирования потоков веществ, обусловленные различными типами круговоротов. Основные тенденции современного развития круговорота веществ. Параметризация потоков биогеохимических циклов элементов. Биогеохимические циклы естественных радионуклидов в наземных ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{232}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$ ) и водных ( $^3\text{H}$ ) экосистемах. Распределение и запасы важнейших естественных радионуклидов в литосфере, гидросфере, почве, компонентах биоты различных экосистем. Вклад различных компонентов биоты в общее загрязнение экосистемы. Годовые потоки естественных радионуклидов в биогеоценозах. Динамика современных потоков естественных радионуклидов, обусловленная техногенезом. Биогеохимические циклы основных техногенных радионуклидов ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ) в наземных и водных экосистемах. Основные подходы к оценке запасов техногенных радионуклидов в компонентах природных экосистем. Распределение и запасы техногенных радионуклидов в наземных и водных экосистемах, вклад компонентов биоты в суммарное загрязнение экосистем. Годовые потоки техногенных радионуклидов в наземных экосистемах: вынос растениями и грибами, поступление с опадом, в составе стволовых и кроновых вод, внутрпочвенного стока, перераспределение в системе геохимически сопряженных ландшафтов. Факторы, определяющие потоки радионуклидов в наземных и водных экосистемах. Роль различных потоков в перераспределении техногенных радионуклидов и формировании зоны вторичного загрязнения. Отличительные особенности биогеохимических циклов техногенных радионуклидов от биогеохимических циклов их стабильных изотопов, химических аналогов и естественных радионуклидов.

**Формы соединений радионуклидов в почвах.** Методы исследования форм соединений радионуклидов в почвах. Состав аналитически выделяемых фракций с помощью метода последовательных экстракций. Классификация радионуклидов по типу поведения в системе почвенный раствор - твердая фаза почвы в соответствии со схемой Н.В.Тимофеева-Ресовского и др. Особенности формирования в почве физико-химических форм соединений основных экологически значимых радионуклидов. Радиоактивные продукты в составе глобальных

выпадения и особенности динамики их физико-химических форм в почвах. Долгоживущие радионуклиды в составе компонентов аварийного выброса ЧАЭС и динамика их физико-химических форм в почве в зависимости от типа радиоактивных выпадений. Поглощение и прочность связи радионуклидов с почвенным поглощающим комплексом (ППК) в зависимости от состава почвенного раствора и ППК: влияние ионного состава, pH, минералогического и гранулометрического состава, содержания органического вещества в почве. Формы нахождения радионуклидов в почве в зависимости от физико-химических свойств почвы и генетического строения почвенного профиля. Влияние природно-климатической зональности на формы соединений радионуклидов в почве. Использование данных о формах соединений радионуклидов в почве для разработки методов снижения их подвижности и прогноза доступности растениям.

**Радиационные эффекты в экосистемах.** Экосистема, биогеоценоз как структурные компоненты биосферы. Эволюция биосферы и уровень радиации на Земле. Радиация как фактор эволюции. Уровни рассмотрения радиационных эффектов в радиобиологии и радиоэкологии. Классификация радиационных эффектов биогеоценотического уровня. Радиационный фон, его составляющие и вклад в дозовые нагрузки на биосферу. Радионуклиды как источники ионизирующего излучения в биосфере, классификация, основные характеристики. Характеристика основных видов излучения техногенных и естественных радионуклидов. Способы определения дозы в экологических исследованиях. Понятие о конверсионных дозовых коэффициентах, особенности применения. Современные модели определения дозовых нагрузок на компоненты экосистем. Подходы к классификации биогеоценологических радиационных эффектов. Понятие о первичных и вторичных радиационных эффектах в экосистемах. Первичные радиационные эффекты в фитоценозах и зооценозах на различных уровнях организации. Генетические эффекты в популяциях, понятие «радиоадаптации» и «генетического груза», Основные методы регистрации генетических эффектов в облученных популяциях. Проблема «малых доз» облучения. Методы выявления радиоадаптации популяций в условиях хронического облучения. Понятие и виды вторичных радиационных эффектов. Вторичные радиационные эффекты неэкологической природы. Радиационные заповедники. Модификация радиационных эффектов ценотического уровня. Факторов, обуславливающие степень проявления радиационных эффектов на различных уровнях организации биоты. Пострадиационное восстановление экосистем. Основные способы восстановления фитоценозов и зооценозов. «Маргинальные» эффекты и их роль. Восстановительные процессы на примере зоны ЧАЭС. Факторы, определяющие интенсивность восстановительных процессов в БГЦ.

**Экологическая экономика.** Представление об экологической экономике. Развитие экологических идей в экономике. Возникновение экологической экономики. Аксиомы экологической экономики. Основные направления исследований в области экологической экономики. Предмет и объект экологической экономики. Представление об экологическом кризисе. Основные признаки и причины экологического кризиса. Эколога-экономические способы борьбы с глобальным изменением климата. Показатели энергоэффективности в России и мире. IPAT-тождество. Кауа-тождество. Неэффективность рыночного механизма как фактор экологического кризиса. Экстерналии и экономическая эффективность. Проблема прав собственности. Общественные блага. Провалы государства и экологические проблемы. Теория игр в экологической экономике. Варианты игр по снижению загрязнения. Модели, причины и эколого-экономические следствия роста численности населения. Вопрос целесообразности ограничения роста численности населения. Демографический переход. Показатели благосостояния человека и его воздействия на окружающую среду. Экологическая кривая Кузнецца. Устойчивое развитие и экономический рост. Капитал: природный и производственный. Правило Хартвика. Индикаторы устойчивого развития. Программы устойчивости. Феномен экологического сознания. Природный капитал и его оценка в контексте

проблемы устойчивого развития. Представление об экосистемных услугах. Общие принципы оценки экосистемных услуг. Экологический менеджмент и вопросы оценки природных ресурсов.

Теорема Коуза. Принцип «загрязнитель платит» и проблемы его практической реализации. Проблема загрязнения и способы ее решения. Цели загрязнения. Загрязнение потока и запаса. Эффективный уровень загрязнения. Природоохранные инструменты в экологической экономике. Пары «налоги и субсидии» и пара «налоги и нормативы» как инструменты борьбы с экологическими проблемами. Продажа прав на загрязнение. Принцип пузыря. Банки прав на загрязнение. Биржи прав на загрязнения. Экологические фонды. Критерии выбора инструментов контроля загрязнения: «Эффективность по издержкам». Теорема наименьших издержек контроля загрязнения и ее следствия. Критерии выбора инструментов контроля загрязнения. Проблема транзакционных издержек контроля загрязнения. Институциональные подходы к облегчению интернализации внешних эффектов. Командно-административные инструменты контроля загрязнения. Провалы регулирования загрязнения. Индикаторы наличия ресурса. Социально оптимальный уровень разработки ресурса. Модель Хоттелинга. Взаимосвязь правила Хартвика и правила Хоттелинга. Возможности замещения ресурса. Ослабление условий Хоттелинга. Виды альтернативной энергии и способы ее использования. Проблемы использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Основные инструменты государственной поддержки ВИЭ. Сетевой паритет. Энергетическая рентабельность ВИЭ. Экологический вектор развития экономики. «Зеленая» идея. «Зеленый» рынок. Группы экологических товаров. Парадокс Джевонса. Зеленая политика. Экологическое инвестирование и инновации. Эколого-экономическая реструктуризация фискальной политики.

## Литература

### Основная

1. Криволицкий Д.А., Тихомиров Ф.А., Федоров Е.А. и др. Действие ионизирующей радиации на биогеоценоз. М.: Наука, 1988. 176 с.
2. Павлоцкая Ф.И. Миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах. М.: Атомиздат, 1974. 219 с.
3. Перман Р., Ма Ю., Мак-Гилврей Дж., Коммон М. «Экономика природных ресурсов и охраны окружающей среды: промежуточный уровень» /Под ред. В.Н. Сидоренко. М.: ТЕИС, 2006.
4. Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах. М.: Наука, 2000. 268 с.

### Дополнительная

1. Бобылев С.Н. и др. Устойчивое развитие: методология и методики измерения. Москва: Экономика, 2011.
2. Гришина Л.А. Биологический круговорот и его роль в почвообразовании. М.: МГУ, 1974
3. Почвы. Биогеохимические циклы и биосфера /ред. Н.Ф. Глазовский. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005.
4. Титаева Н.А. Ядерная геохимия: Учебник– 2-ое изд., испр. и доп. М.: Изд-во МГУ, 2000. 336 с.
5. Фридман А. Экономика истощаемых природных ресурсов Москва ГУ ВШЭ, 2010
6. Фюкс Р. Зеленая революция. Экономический рост без ущерба для экологии. М.: Альпина, 2016.
7. Шевченко В.А., Печкуренок В.Л., Абрамов В.И. Радиационная генетика природных популяций. М.: Наука, 1992

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ И ЭКОБЕЗОПАСНОСТЬ

### **Экологическая опасность и риск применения пестицидов, агрохимикатов и удобрений.**

Базовые определения и классификации пестицидов, удобрений и агрохимикатов. Способы и сроки применения, препаративные формы. Механизмы действия пестицидов и удобрений. Экологические последствия применения пестицидов и удобрений для окружающей природной среды. Поступление и основные пути трансформаций пестицидов и удобрений в почвах и водах. Экологическая опасность и экологический риск при использовании пестицидов: критерии, индикаторы, индексы. Моделирование поведения пестицидов в почве, поверхностных и грунтовых водах: типы моделей, входные сценарии, прогноз. Российские стандартные сценарии. Системы регулирования обращения пестицидов в России и мире.

**Управление водопользованием.** Объектом системного изучения в водном хозяйстве является природно-техническая система (ПТС) – совокупность природных и технических объектов, связанных между собой территориально и функционально. Принцип управляемости природно-технической системой заключается в том, что система не должна содержать элементов, не реагирующих на управление. Планируемые мероприятия должны быть управляемыми и обеспечивать прием, передачу и обработку информации, относящейся к определенным проблемным и рядовым ситуациям, в нужной последовательности с привлечением необходимых средств. Основные алгоритмы действий для управления ПТС формируются с помощью социальных, экономических, юридических и технологических механизмов. Главной мотивацией запуска этих механизмов должны являться экологические законы. Принцип эффективности - состоит в том, что достижение в системе требуемого экологического, экономического и социального уровня эффективности обеспечивается повышением согласованности ее элементов и целенаправленным формированием структуры системы. В этом случае ставится общая цель (например, улучшение качества водных ресурсов), выделяются элементы системы (участок реки, подвергающийся загрязнению, источники и виды загрязнения) и наиболее значимые процессы (возможность внедрения технологий, наблюдаемой самоочищения воды, уровень загрязнения водной системы). Все элементы структуры согласовываются между собой (составляется уравнение гидрохимического баланса). Правильная постановка задачи и выбор необходимого и достаточного количества учитываемых элементов позволяет направить проектную деятельность на поиск наиболее эффективного решения.

**Техногенные системы и экологический риск.** Техногенные и природно-техногенные системы. Опасность как источник риска. Классификация опасностей по источнику. Природные и техногенные опасности. Опасные промышленные объекты как источники техногенной опасности. Классификация опасных промышленных объектов. Угроза как степень возможности реализации опасности рассматриваемого объекта. Пространственный и временной факторы угрозы. Ущерб как количественная мера оценки последствий. Прямой, косвенный, полный и общий ущерб. Классификация ущербов: по объекту воздействия (экологический ущерб; ущерб здоровью, социальные потери, экономический ущерб,) и по степени влияния (допустимый, критический, катастрофический). Концепции риска: риск как опасность, как неопределенность, как возможность. Определения риска. Концепция приемлемого риска. Уровень приемлемого риска. Неопределенность и риск. Источники и показатели неопределенности. Количественные и качественные показатели риска. Методы оценки риска: статистический, вероятностно-статистический, теоретико-вероятностный и экспертный. Виды рисков и их структура. Классификация рисков по причинам их возникновения, по объекту воздействия негативных факторов. Индивидуальный риск: способы оценки (частота, сокращение средней ожидаемой продолжительности жизни). Коллективный риск: риск для персонала, риск для населения, способ оценки. Потенциальный территориальный риск и способы его оценки. Социальный риск: способы оценки, F/N кривая. Критерии приемлемости

социального риска. Особенности экологического риска (взаимосвязь с рисками для здоровья людей, неравномерность распределения по территории, особенности времени и длительности проявления последствий). Факторы экологического риска. Общие принципы процедуры анализа и оценки экологического риска. Этапы анализа экологического риска. Расчет риска угрозы здоровью людей, обусловленного загрязняющими веществами: понятие о дополнительном риске; расчет риска при воздействии пороговых и беспороговых поллютантов; особенности расчета риска для эффектов немедленного токсического проявления и риска при хронической интоксикации. Управление экологическими рисками. Определение понятия, цель процедуры управления. Общая схема процесса управления экологическим риском. Оптимизация экологического риска.

**Параметрическое загрязнение среды.** Загрязнения, связанные с изменением физических свойств окружающей среды - шумовое, вибрационное, тепловое, световое, электромагнитное и радиоактивное. Физические основы и характеристики параметрических загрязнений; источники параметрических загрязнений и их характеристики; воздействие параметрических загрязнений на живые организмы; инструментальный и методы контроля параметрических загрязнений; инженерно-технологические приемы и методы снижения уровня параметрического загрязнения, правовое и законодательное обеспечение, направленное на уменьшение рисков, связанных с изменением физического состояния окружающей среды.

**Геоинформационные системы в эколого-почвенных исследованиях.** Возможности использования геоинформационных систем в области почвоведения и экологии. Методы пространственного анализа и пространственного моделирования, получение новой информации с помощью ГИС и её анализ, в том числе, в других программах. Примеры научных и учебных работ, основанных на применении технологий ГИС.

**Экологическое картографирование.** Цели и содержание типовых задач экологического картографирования атмосферы: картографирование оценки природно-климатических условий жизни населения; экологически неблагоприятных климатических природных процессов; устойчивости атмосферы; источников загрязнения и уровней загрязнения атмосферы. Цели и содержание типовых задач экологического картографирования гидросферы: картографирование экологически неблагоприятных гидрологических процессов, устойчивости (самоочищения) поверхностных и грунтовых вод, методы картографирования загрязнения поверхностных и подземных вод, картографирование экологических рисков возникновения неблагоприятных гидрологических процессов. Картографирование радиационной обстановки, шумового загрязнения, электромагнитных полей, теплового и светового загрязнений. Эколого-географическое картографирование почв, снежного покрова и донных отложений. Картографирование устойчивости почв, экологически неблагоприятных процессов (эрозии почв). Методика эколого-геохимической съемки и составления эколого-геохимических карт, географический анализ эколого-геохимических карт. Содержание карт эколого-геологический условий (обстановок), эколого-геологического районирования, прогнозных и рекомендательных эколого-геологических карт. Карты экологически неблагоприятных и опасных геологических процессов и геологических рисков. Прогнозное картографирование геоморфологической опасности. Содержание карт геоморфологических рисков. Карты устойчивости морфолитогенной основы ландшафтов. Биоэкологическое картографирование. Медико-географическое картографирование абиотических и биотических факторов среды. Нозогеографическое картографирование. Карты охраны природы. Методы разработки комплексных экологических карт. Картографирование устойчивости ландшафтов и экологического состояния земель. Виды и направления экологического районирования: антропоэкологическое, районирование по степени экологической напряженности, комплексное районирование по экологической и социально-экономической ситуации. Экологическое картографирование при обосновании инвестиций. Картографическое обеспечение инженерно-экологических изысканий в проектах строительства хозяйственных и иных объектов.

### **Основная литература**

- Оценка количественного содержания и распределения пестицидов в окружающей среде. Методическое пособие (ред. Горбатов В.С.) // Б.Вяземы. РАСН-ВНИИФ.2003
- Хайниш Э., Паукке Х., Нагель Г.-Д., Ханзен Д. Агрехимикаты в окружающей среде. М.: Колос, 1979. 358 с.
- Маркин В.Н. , Раткович Л.Д., Соколова С.А. Комплексное использование водных ресурсов и охрана водных объектов. Часть 1. Учебное пособие - М.:МГУП, 2015. 312 с.
- Башкин В.Н. Экологические риски. Расчет, регулирование, страхование. Учеб. пособие. — М.: Высш. шк., 2007. — 360 с.
- Вишняков Я.Д., Радаев Н.Н. Общая теория рисков. Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. — 2-е изд., испр. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 368 с.
- Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды. Учебник, М.: Оникс, 2010
- Майкл Н. ДеМерс. Географические информационные системы. Основы. М.: Дата+, 1999
- Энди Митчелл. Руководство по ГИС анализу. Часть 1: Пространственные модели и взаимосвязи. Киев: ЗАО ЕСОММ Со; Стилос, 2000
- Кочуров Б.И., Шишкина Д.Ю., Антипова А.В., Костовска С.К. Геоэкологическое картографирование. М.: Academia M. 2012. – 224 С. ISBN 978-5-7695-8510-4
- Стурман В.И. Экологическое картографирование М.: Аспект-Пресс. 2003. – 251 С. ISBN 5-7567-0288-1

### **Дополнительная литература**

- Горбатов В.С., Матвеев Ю.М., Кононова Т.В. Экологическая оценка пестицидов: источники и формы информации // АгроXXI, 2008, №1-3
- Мельников Н.Н., Волков А.И., Короткова О.А. Пестициды и окружающая среда. М.: Химия, 1977. 239 с.
- Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы. М.: «Мир». 2006. 480 с.
- Меньшиков В.В., Швыряев А.А. Опасные химические объекты и техногенный риск. М.: Изд-во химия, фак. МГУ, 2003. — 254 с.
- Алымов В.Т., Тарасова Н.П. Техногенный риск: Анализ и оценка: Учебное пособие для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 118 с.
- Ваганов П. А., Ман-Сунг Им Экологические риски: учеб. пособие. Изд-е 2-е. - СПб.: Изд-во С. - Петерб. ун-та, 2001. - 152 с.